

ムラサキキャベツを使った教材開発と実践例(I)

——ムラサキキャベツの色素を使った中和の実験——

Developments of Teaching Materials Using Red Cabbage Juice and Their Practice Reports(I)

木 村 憲 喜 佐 武 昇
Noriyoshi KIMURA Noboru SATAKE

オノ神 綾 中 家 亮 鵜 飼 諭
Aya SAINOKAMI Ryo NAKAYA Satoshi UKAI

杉 谷 隆 太 中 村 文 子
Ryuta SUGITANI Fumiko NAKAMURA
(和歌山大学教育学部化学教室)

2015年10月5日受理

Abstract

本研究では、ムラサキキャベツから取り出した色素を使った指示薬が、酸アルカリ水溶液に対してどのように色変化するかを詳細に研究した。その結果、身近な雨水や水道水、海水の水溶液で大きな違いを示すことがわかった。そして、中高校生がこれらの色変化を中和滴定によって再現できることが確認できた。よって、本教材は中高等学校の酸アルカリの単元の発展的な学習として利用できると考えられる。

1. はじめに

酸とアルカリ(塩基)を分類する際に、さまざまな指示薬を用いる。例えば、小学校ではリトマス試験紙¹⁾やBTB(プロモチモールブルー)液²⁾を使用し、中学校ではフェノールフタレイン液を用いる³⁾。さらに、発展学習ではムラサキキャベツ(図1)やアサガオの花、黒豆などを使った教材などが掲載されている³⁾。本研究では、ムラサキキャベツを使った教材研究とその実践例について紹介する。



図1 ムラサキキャベツ

ムラサキキャベツに含まれる色素は、アントシアニンと呼ばれ⁴⁾、酸性、中性、アルカリ性でピンク色から紫色、青緑色へと徐々に変化する⁴⁾。さらに、中性付近では、赤紫、青色などの色も観察される⁴⁾。そこで、本研究では、ムラサキキャベツ指示薬を使って身のまわ

りの水を分析した。次に、アンモニアの噴水実験にムラサキキャベツ指示薬を応用した実践例を紹介する。この実験は、アンモニアの蒸気量によって、ムラサキキャベツ指示薬の色が微妙に変化することが期待される。最後に、ムラサキキャベツにおけるpHの色調変化を中和滴定により詳しく観察することを試みた。

本稿では、これらの教材を中学校や高等学校で実践したので、得られたアンケート結果を併せて報告する。

2. ムラサキキャベツ指示薬を使った環境調査

最近、我々は、BTB液やフェノールフタレイン液、ムラサキキャベツ指示薬を使って身のまわりの水、雨水、水道水、海水、市販されているミネラルウォーターなどの酸性度を観察した。この観察結果を図2-4に示す。実験では市販されているサンプル管に10 mL程度の試料水を入れ、適量の指示薬を加えた。

これらの実験結果から身近にある酸やアルカリの水溶液は、BTBやフェノールフタレイン液に比べ、ムラサキキャベツから作った指示薬は多彩な色変化を示すことがわかった。

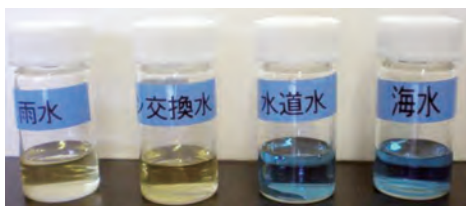


図2 BTB指示薬を使った身近な水的环境調査
左から雨水(和歌山市)、イオン交換水、水道水(和歌山市)、
海水(和歌山市)の色変化の様子。



図3 フェノールフタレイン指示薬を使った水的环境調査
左から雨水(和歌山市)、イオン交換水、水道水(和歌山市)、
海水(和歌山市)の色変化の様子。

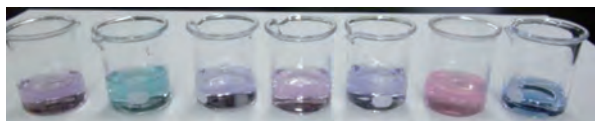


図4 ムラサキキャベツ色素を使った水的环境調査
左から海洋深層水、海水(和歌山市)、河川水(貴志川)、雨
水(和歌山市)、ミネラルウォーター(クリスタルカイザー)、
スポーツドリンク(ポカリスエット)、水道水(和歌山市)の
色変化の様子。

実践例：免許更新授業「水と環境」(2009-2015)

3. アンモニアの噴水実験

本研究では、よく使用されるフェノールフタレイン²⁾やBTB液^{1,2)}に代わり、ムラサキキャベツの色素を用いたアンモニアの噴水実験を試みた。まず、丸底フラスコに、アンモニア水の加熱によって得たアンモニア蒸気を入れ、教科書の実験方法²⁾に従って噴水実験を行った。得られた結果を図5に示す。



図5 ムラサキキャベツ指示薬を使ったアンモニア噴水実験の様子

左はムラサキキャベツの指示薬が青色、右は指示薬が緑色に変色した結果である。

実践例：和歌山大学大学院教育学研究科ジョイントカレッジ(2010.8.3)

この実験の観察から、丸底フラスコにあったアンモニア蒸気の水への溶解によって、ムラサキキャベツの色素が紫色から青色または緑色に変化することが確認された。青色と緑色の違いは、文献4から丸底フラスコ内にあったアンモニア蒸気量の違いに関係しているものと思われる。

この実験から、ムラサキキャベツの色素を用いた実験はこれまでのフェノールフタレインやBTB液と同様に教材として利用することが可能であることがわかった。さらに、フラスコ内のアンモニア蒸気の量によって変色の様子が異なることから、アンモニアの水への溶解とpHの変化が可視化できる利点があることがわかった。

4. ムラサキキャベツ指示薬を使った中和滴定

4-1. 実験の方法

今回、0.1 mol/Lの塩酸と0.1 mol/Lの水酸化ナトリウム水溶液を用いて中和滴定を行った。

まず、最初に、200 mLビーカーに塩酸10 mL、水90 mLを入れた。この水溶液にムラサキキャベツ指示薬を適量加えた。このとき、ムラサキキャベツ指示薬はケニス社製ムラサキキャベツパウダーを中性ミネラルウォーターに溶かし調製した。

次に、プラスチック製ビュレットから水酸化ナトリウム水溶液を少しずつ滴下させ(図6)、水溶液の色とpH値を観察した。このとき、水酸化ナトリウム水溶液が10 mL滴下した段階が中和点(中性)となる。さらに、水酸化ナトリウム水溶液を少量ずつ加えるとビーカー内の水溶液は強アルカリへと変化した。

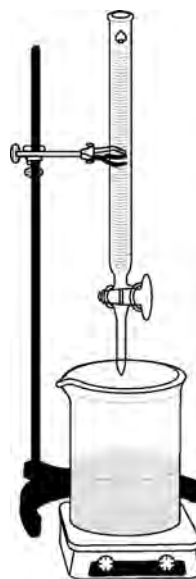


図6 本実験の中和滴定に用いた器具の概略図

4-2. 実験結果と考察

得られた水溶液の色調変化の写真とpH値を図7に示す。

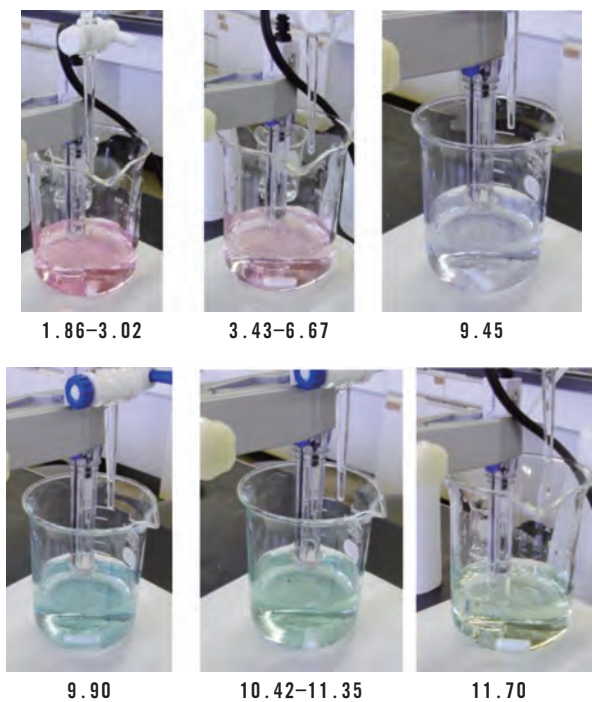


図7 ムラサキキャベツ指示薬のpH色調変化

この実験から、ムラサキキャベツの色素は中性付近(pH=6-9)で大きく変化することがわかった。この色変化は少量の水酸化ナトリウム水溶液の滴下によって大きく変化するので十分に注意する必要がある。この結果をpH滴定曲線にまとめた(図8)。

この図からも、酸性の淡いピンク色からアルカリ性の青色までは、少量の水酸化ナトリウム水溶液に大きく影響されることが確認できた。この滴下操作をうまくできるように、生徒をきめ細かく指導する必要がある。そこで、次に、この実験を近隣の中学校や高等学校などで実践し、アンケートなどによって教育現場での実施の可能性について考えてみた。

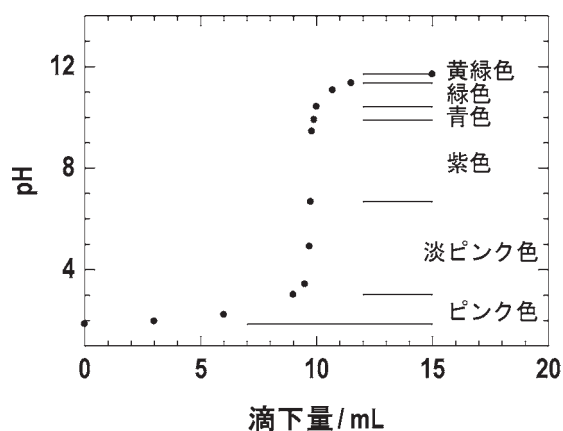
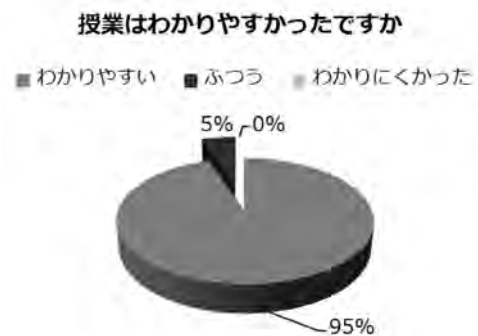
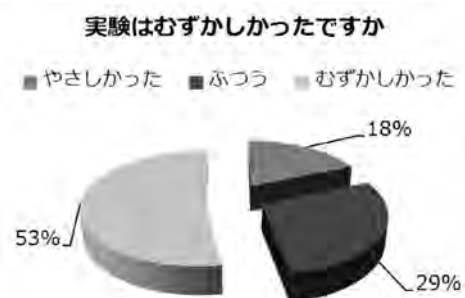


図8 0.1 mol/Lの塩酸と0.1 mol/Lの水酸化ナトリウム水溶液を用いたpH滴定曲線

4-3. アンケート結果

本実践で得られたアンケート結果を図9に示す。今

回、実験を行うにあたり、実験内容やガラス器具の取扱い方の説明など、きめ細かい指導を行った。その結果、図9に示したように「わかりやすい」という評価が得られた。一方、実験内容に関しては、図10に示したように「むずかしかった」という意見が50%程度見受けられた。

図9 アンケート結果(その1)(2015.9.8)
和歌山県立日高高等学校附属中学校
(総数: 38名、1年生)図10 アンケート結果(その2)(2015.9.8)
和歌山県立日高高等学校附属中学校
(総数: 38名、1年生)

そして、アンケート中で「どのようなところがむずかしかったか」という問い(表1)に関して、ビュレットの取扱い方が難しいとの意見が多く見られた。このことから、滴下量をうまく調整できず、中和点付近の色の变化をうまく観察できなかった点が「むずかしかった」と感じた理由だと考察できる。この点がうまく改善できれば、実験内容の難易度が下がると考えられる。

表1 本実験でむずかしかった点(アンケート結果より)
和歌山県立日高高等学校附属中学校

新しい実験器具を使った
ビュレットを使うのがむずかしかった
水溶液の色変化をすべて見るのができなかった
中性の水溶液を調製できなかった
色変化するのが速くて、観察するのがむずかしかった

最後に、実践した中学校の「理科」に対する興味について質問した。その結果を図11に示す。

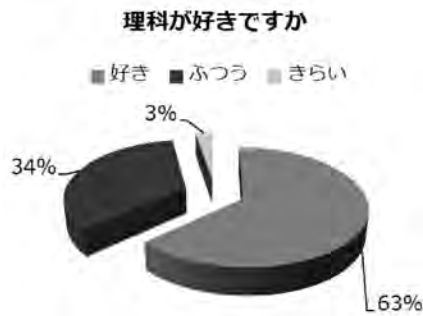


図11 アンケート結果(その3)(2015.9.8)
和歌山県立日高高等学校附属中学校
(総数: 38名、1年生)

今回実践した学校は、「理科が好き」と回答した生徒が半分以上占めており、図9のアンケート結果を考慮すると今回の実験の内容に関して、生徒は大変満足しているように思われる。一方で、「理科に関心がない、嫌い」と回答している生徒に対しては、授業の冒頭などで実験に対する興味を引き出すような仕掛けづくりが必要であると思われる。この点が今後の課題であると言える。

本実践を行うにあたり、和歌山県立日高高等学校附属中学校 柚木勝志教諭、和歌山県立粉河高等学校 藪

添欣之教諭に大変お世話になりました。ここに深く感謝いたします。

また、この研究は、SSH(スーパー・サイエンス・ハイスクール)事業、和歌山大学教育学部ジョイントカレッジ事業の補助を受けて行ったものである。

本研究を実践した学校

和歌山大学大学院教育学研究科ジョイントカレッジ
(2010.8.3)

和歌山大学免許更新授業(2009-2015)

和歌山大学教育学部附属中学校(3年生)(2011.9.16)

和歌山県立粉河高等学校(1年生)(2011.10.25)

和歌山県立日高高等学校附属中学校(1年生)(2014.3.18)

和歌山県立日高高等学校附属中学校(1年生)(2014.9.2)

和歌山県立日高高等学校附属中学校(1年生)(2015.9.8)

参考文献

- [1] 小学校理科教科書, わくわく理科6, 啓林館(2011).
- [2] 中学校理科教科書, 未来へひろがるサイエンス3, 啓林館(2011).
- [3] 理科便覧, 浜島書店(2011).
- [4] 木村憲喜, 和歌山大学学芸, 52, 149(2006).